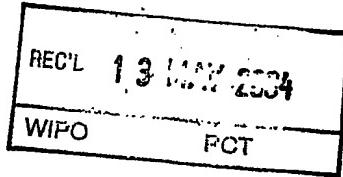


20 APR. 2004

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Gebrauchsmusteranmeldung**

Aktenzeichen: 203 10 085.9

Anmeldetag: 1. Juli 2003

Anmelder/Inhaber: Spheretex America, Inc.,
Ponte Venda Beach, Fla./US

Bezeichnung: Verfahren zum Herstellen von Faserverbundwerkstoffen und danach hergestellter Faserverbundwerkstoff

Priorität: 1.4.2003 DE 103 14 901.5

IPC: B 29 C, C 08 J, B 32 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 23. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
 Im Auftrag

Ebert

Verfahren zum Herstellen von Faserverbundwerkstoffen und
danach hergestellter Faserverbundwerkstoff

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von
5 Faserverbundwerkstoffen. Außerdem betrifft die Erfindung einen
Faserverbundwerkstoff, der nach dem erfindungsgemäßen
Verfahren hergestellt ist.

Es ist bekannt, Verbundwerkstoffe herzustellen, indem Endlos-
Spinnfäden, vorzugsweise Glasfaserfäden, zusammen mit
härtbaren, duroplastischen Harzen auf eine Unterlage aufgespritzt
werden und das Ganze aushärten gelassen wird. Hierzu werden
vorwiegend Glasfaser-Spinnfäden verwendet, die aus einem
Bündel von Hunderten von Elementarfasern entnommen und mit
Hilfe eines Schnellwerkes auf definierte Längen, beispielsweise
15 von 1 bis 10 cm, geschnitten und gleichzeitig mit einer Harz-Matrix
in einem bestimmten Gewichtsverhältnis, beispielsweise 30 %
Glasfasern und 70 % Harz, benetzt werden. Diese Glasfaser-
Spinnfäden sind sehr dünn, nämlich wenige Zehntel Millimeter, und
lassen sich aufgrund ihrer Längen- und Dickenverhältnisse als
20 flache, zweidimensionale Wirklage ablegen.

Voluminisierte Fasern im Sinne der Erfindung sind aus der DE
10114708 A1 sowie der EP 0 222 399 B1 bekannt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, dreidimensionale
25 Faserverbundwerkstoffe herzustellen, die ein besonders großes
Volumen aufweisen und bei Bedarf Öffnungen bzw. Hohlräume
enthalten, welche für Luft und Flüssigkeiten durchlässig sein
können.

30 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren

gelöst, welches die Merkmale des Anspruches 1 aufweist. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen dieses Verfahrens sind Gegenstand der auf Anspruch 1 rückbezogenen Unteransprüche.

5 Außerdem wird die vorstehend genannte Aufgabe mit einem Faserverbundwerkstoff gelöst, welcher die Merkmale des Anspruches 10 aufweist. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen dieses Faserverbundwerkstoffes sind Gegenstand der auf Anspruch 10 rückbezogenen Unteransprüche.

10 Erfindungsgemäß kann beispielsweise eine Stapelfaser-Matte erzeugt werden, welche Glas-Spinnfäden enthält, die vorzugsweise modifiziert worden sind, um die aus den Spinnfäden gebildete Matte durch expandierbare, thermoplastische Mikrohohlkugeln zu voluminorisieren. Diese Voluminorisierung oder 15 Volumenvergrößerung erfolgt, indem man nicht expandierte, thermoplastische Mikropartikel, wie Mikrohohlkugeln, die eine bestimmte Menge Treibgas enthalten, beispielsweise Butan, in die Zwischenräume zwischen den Elementarfäden einbettet und sodann durch einen thermischen Prozess expandiert.

20 Bei diesem Expansionsprozess werden die Elementarfäden des Faserstranges voneinander abgespreizt, wodurch sich der Durchmesser und das Volumen des Faserstranges bzw. des aus Stapelfasern bestehenden Gebildes um mindestens das 10fache bis 100fache vergrößern. Die so voluminisierten Faserstränge oder 25 sonstigen Gebilde können mit einer Vorrichtung, die auch zum Herstellen von Spritzfaser-Laminaten geeignet ist, verarbeitet werden.

30 Beim Schnellen derartiger Faserstränge entstehen balkenartige, grobe Faserstapel, die im Gegensatz zu den dünnen, nicht voluminisierten Fasern oder Fasersträngen sich nicht zwei-, sondern dreidimensional orientieren und eine voluminöse Matte mit sehr offener, luftdurchlässiger Struktur bilden. Zusätzlich kann man durch geeignete Bindemittel, die ohnehin zum Fixieren

der Mikropartikel, beispielsweise Mikrokugeln, erforderlich sind, den Faserverbundwerkstoffen eine gewisse Steifigkeit geben, was die Aufrechterhaltung der offenen Struktur bis zum Aushärten des Harzmaterials unterstützt.

5 Die beim Spritzprozess verwendete Menge Kunstharz kann durch Einstellen der Spritzdüse so bemessen werden, dass sie gerade ausreicht, um die offenporigen und saugfähigen Gebilde aus Stapelfasern bis zur Sättigung mit Harz zu füllen, während zwischen den einzelnen Stapelfasern noch verbleibende Hohlräume offen bleiben. Hierdurch ergibt sich der zusätzliche Effekt, dass die zwischen den Stapelfasern eingebetteten Mikrohohlkugeln die Harzaufnahme (bezogen auf das Volumen) gegenüber nicht voluminisierten Fasergebilden um bis zu 50 bis 10 60 % reduzieren. Auf diese Weise ist neben einer erheblichen Gewichtseinsparung eine ebenso erhebliche Kosteneinsparung möglich.

20 Zwar ist seit 40 Jahren das Harzfaserspritzverfahren bekannt und wird insbesondere eingesetzt, um ein glasfaserverstärktes Kunststoff - Laminat herzustellen. Überraschend wurde festgestellt, dass dieses bekannte Spritzverfahren auch auf voluminisierte Fasern angewendet werden kann. Der Fachmann hat nicht erwartet, dass sich die vergleichsweise sehr leichten voluminisierten Fasern über die erforderlichen Distanzen von typischerweise 0,5 bis 2 Meter schleudern lassen, um so das Ziel, 25 also eine Negativform, zu erreichen. Der Fachmann hätte erwartet, dass aufgrund der Leichtigkeit der voluminisierten Fasern eine Negativform mit einer Größe von typischerweise 30 bis 40 cm größtenteils verfehlt wird und somit der Abfall zu groß wird. Zu erwarten war ferner eine Verklumpung der voluminisierten Fasern, die auf die Negativform auftreffen.

30 Statt dessen verfilzt das sehr leichte und weiche Material, also die voluminisierten Fasern nicht. Das Schneldgerät (Cutter), welches eingesetzt wird, um Endlosfäden bzw. Fasersträngen zu

zerhacken, wird überraschend nicht zugesetzt, was andernfalls zu einem großen Wartungsaufwand geführt hätte.

Bei der aus dem Stand der Technik bekannten Verarbeitung von Glasfasern stellt die statische Aufladung ein großes Problem dar. Es müssen daher bei der Verarbeitung von Glasfasern Gegenmaßnahmen wie Erdung und Lüftung getroffen werden. Der Fachmann hat daher erwartet, dass Probleme in Bezug auf statische Aufladung bei der Verarbeitung von erfindungsgemäßen voluminisierten Fasern, die aus Kunststoff bestehen, umso größer sein würde. Überraschend war dies jedoch nicht der Fall.

Diese vom Fachmann befürchteten vorgenannten Probleme konnten insbesondere durch hinreichende Benetzung der voluminisierten Fasern mit Harzpartikeln vermieden werden. In diesem Fall wird die Kinetik nicht durch die voluminisierten Fasern, sondern durch das deutlich schwerere Harz bestimmt. Die gleichmäßige Verteilung der gespritzten voluminisierten Fasern auf den Negativformen konnte so realisiert werden. Ein Abstand von 2 Metern konnte beim Spritzen problemlos überbrückt werden. Auch kleine Negativformen wurden hinreichend genau getroffen, so dass übergroße Abfallmengen nebst damit verbundenen Verunreinigungen vermieden werden konnten.

Eine derart hergestellte dreidimensionale Matte oder dergleichen kann, falls erwünscht, durch Erzeugung von Druck, beispielsweise in einer Presse oder mit Handrollern, zumindest stellenweise so verdichtet werden, dass ein homogenes, luftblasenfreies Laminat entsteht, in welchem die ursprünglich dreidimensional angeordneten Stapelfasern sich in eine zweidimensionale Wirrlage orientiert haben. Lässt man jedoch nach dem Aufspritzen der Fasermatte das Material ohne Druckausübung aushärten, entsteht eine dreidimensionale Matte mit offener Struktur.

Je nach konstruktiven Anforderungen kann der Verarbeiter die Dichte dieser Struktur durch Ausüben von mehr oder weniger

Druck beliebig variiieren. Es ist auch möglich, innerhalb eines derart hergestellten Formteiles oder Gebildes durch punktuellen Druck Bereiche mit einer flachen, homogenen Struktur und Bereiche mit einer sehr voluminösen Struktur herzustellen. Die Materialstärken zwischen einer drucklos ausgehärteten dreidimensionalen Matte und einer verdichteten Matte können beispielsweise bis zum Dreifachen variieren.

Besonders interessant ist die Möglichkeit der Herstellung von Sandwich-Konstruktionen, wobei eine erste Basis-Decklage aus einer homogenen Schicht flachliegender Glasfasern hergestellt wird, auf welche eine Kernschicht aus einer dreidimensionalen Wirrlage voluminärer Stapelfasern gelegt wird. Die abschließende Decklage ist wiederum eine glatte Lage zweidimensional angeordneter Stapelfasern.

Diese Technologie kann in einem Arbeitsgang angewendet werden, wobei sich durch die Nass-in-Nass-Herstellung eine Gesamthomogenität der Sandwich-Konstruktion ergibt, welche mit der Herstellungsweise üblicher Sandwich-Konstruktionen durch das Einbetten von leichten, aber artfremden Materialien, beispielsweise Holz oder Schaumstoff, nicht erreicht werden kann. Die gesamte Sandwich-Konstruktion besteht dann aus geschnittenen Stapelfasern, die sich an den Grenzflächen ineinander verkrallen. Decklagen, die aus Glasfasermaterial bestehen können, werden also nicht mit dem Kernmaterial verklebt. Es entsteht so ein neuartiges Produkt mit überlegenen technischen Eigenschaften. Im Vergleich zu Sandwichkonstruktionen, bei denen Decklagen mit einer Mittelschicht verklebt wurden, konnte bei gleichen Materialstärken und Gewichten von Decklagen und Kernmaterial die Scherfestigkeit, Biegesteifigkeit sowie das Elastizitätsmodul deutlich verbessert werden. Es gelangen Erhöhungen der vorgenannten technischen Parameter um 20 bis 30 %.

Die Herstellungskosten wurden zugleich deutlich gesenkt, da

ein Klebeschritt entfällt und in einem Arbeitsgang Deckschichten und Kernmaterial hergestellt werden. Für die Herstellung von Deckschichten werden also beispielsweise Glasfasern gespritzt. Das Kernmaterial wird durch Spritzen der voluminisierten Fasern erzeugt.

5

Auf diese Weise in einem offenen System hergestellte Sandwich-Konstruktionen haben ein extrem geringes spezifisches Gewicht und höchste Formfestigkeit, insbesondere in Bezug auf Biegesteifigkeit und Scherfestigkeit.

10

Erfindungsgemäß werden insbesondere Kotflügel für ein Kraftfahrzeug, Stoßstangen, Spoiler, Luftabweiser, Motorabdeckungen für Elektromotoren, Deckluken für ein Boot, Bodenplatten, Paneele, Kinderspielgeräte wie Rutschbahnen sowie Gartengeräte hergestellt. Es handelt sich hierbei um typische Kleinteile bzw. kleine Formen.

15

Beispiel:

20

Spinnfäden aus Glasfasern, die durch Einbetten von thermoplastischen Mikrohohlkörpern voluminisiert worden sind, werden mit Hilfe einer Harz-Faser-Spritzpistole auf eine Negativform aufgespritzt. Dabei werden gleichzeitig die Endlos-Spinnfäden mit Hilfe eines Schniedwerkes in Stapelfasern von beispielsweise 3 cm Länge zerhackt und gemeinsam mit einem Sprühstrahl aus härtbarem Harz wie ungesättigtem Polyester auf die Negativform aufgespritzt. Die verwendete Harzmenge ist so bemessen, dass sie gerade zur Sättigung der saugfähigen Stapelfasern ausreicht. Bezogen auf das Faservolumen beträgt der Harzanteil ca. 50 %.

25

30

Die expandierten Stapelfasern haben eine balkenförmige und voluminöse Struktur, so dass eine so entstehende Mattenlage sich in dreidimensionaler Anordnung der Stapelfasern orientiert. Das gleichzeitig ausgespritzte Kunstharz wird von den porösen Stapelfasern aufgesogen, wobei zwischen den Stapelfasern

5 befindliche Hohlräume offen und luftdurchlässig bleiben. Nach dem Aushärten des Harzes entsteht ein Verbund aus dreidimensional angeordneten, extrem harten Stapelfasern, welche einen in den Berührungs- und Kreuzungspunkten mit so genannten spanischen Reitern vergleichbaren Verbundwerkstoff ergeben, der sowohl leicht ist als auch höchste statische Festigkeit aufweist.

10 Ein auf diese Weise hergestellter Verbundwerkstoff kann auch als Kernlage einer Sandwich-Konstruktion verwendet werden, indem man diesen Verbundwerkstoff mit zwei außen liegenden Decklagen aus nicht-voluminisierten dünnen Faserverbundwerkstoffen abdeckt. Bei diesen Decklagen beträgt die notwendige Harzmenge, bezogen auf das Faservolumen, ca. 15 95 %. Die Dicken der einzelnen Lagen richten sich nach den gewünschten konstruktiven Anforderungen.

Durch die in einem Arbeitsgang mögliche Herstellung (Nass-in-Nass) der Sandwich-Konstruktion sind mechanische Festigkeiten in Bezug auf das spezifische Gewicht erreichbar, die mit kaum einer anderen Sandwich-Konstruktion zu erreichen sind.

20 Verwendungsbereiche für derartige Verbundwerkstoffe sind überall dort gegeben, wo höchste Festigkeiten bei möglichst geringem Gewicht wünschenswert sind, beispielsweise bei der Herstellung von Booten, Fahrzeugen, Flugzeugen, Windflügeln, Containern, Schalungsplatten u. dgl..

25 Zur weiteren Erläuterung der Erfindung ist in der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel eines mattenförmigen Verbundwerkstoffes schematisch dargestellt, und zwar zeigt

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Ausschnitt aus dem mattenförmigen Verbundwerkstoff,

30 Fig. 2 einen Querschnitt des Verbundwerkstoffes aus Fig. 1

Aus der in Figur 1 gezeigten Draufsicht eines mattenförmigen Verbundwerkstoffes (1) ist erkennbar, dass dieser

wirr gelegte Stapelfasern (2) enthält, welche in einer Matrix (3) aus härtbarem duroplastischem Kunstharz eingebettet und somit zusammengehalten sind. Zwischen den Stapelfasern (2) sind in der Zeichnung nicht erkennbar thermoplastische Mikrohohlkugeln eingebettet, die unter Wärmeeinfluss ausgedehnt worden sind, so dass die Matrix (3) mit den darin in Form einer Wirrlage eingebetteten Stapelfasern (2) einen dreidimensionalen Verbundwerkstoff bilden.

Der Verbundwerkstoff (1) ist sandwichförmig ausgebildet, wie Figur 2 zeigt. Auf einer dreidimensionalen Kernlage (4) ist eine obere Deckschicht (5) und eine untere Deckschicht (6) angeordnet. Die Deckschichten (5) und (6) sind im Gegensatz zur Kernlage (4) sozusagen zweidimensional ausgebildet, da zwischen die Stapelfasern dieser Lagen keine expandierbaren thermoplastischen Mikrohohlkugeln oder ähnliche Mikrokörper eingebettet sind.

Figur 2 lässt erkennen, dass in der Matrix (3) der Kernlage (4) Hohlräume (7) enthalten sind, welche den mattenförmigen Verbundwerkstoff (1) für Luft und Flüssigkeiten durchlässig machen.

Die Deckschichten (5) und (6) sind im Gegensatz zur Kernlage (4) blasenfrei und damit dicht ausgebildet, wie aus Figur 2 zu erkennen ist.

Durch die Erfindung wird die Herstellung von Sandwich-Formteilen aus Komposit-Werkstoffen, die nicht im geschlossenen System, d.h. durch das Pressen in einer Form aus zwei Formhälften, sondern im so genannten offenen System hergestellt werden.

Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Faserverbundwerkstoffen, dadurch gekennzeichnet, dass mit härtbarem duroplastischem Kunstharz getränkte und/oder imprägnierte auf Länge geschnittene Stapelfasern zu einer dreidimensionalen Wirrlage gelegt und so aneinander gebunden werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Stapelfasern mit einer Länge von 0,5 bis 20 cm verarbeitet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Stapelfasern auf Basis von Glasfasern verarbeitet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Stapelfasern aus Kunststoff verarbeitet werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass Stapelfasern aus Kohlenstoff bzw. Karbonfasern verarbeitet werden,
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zum Volumisieren der dreidimensionalen Wirrlage vor oder beim Legen derselben in die mit Kunststoff getränkten Stapelfasern thermoplastische Mikrohohlkugeln eingebettet werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die geschnittenen Stapelfasern mit einem härtbaren Kunstharz wie ungesättigtes Polyester, Epoxidharz, PU-Harz, Vinyllesterharz und/oder Phenolharz in einer Menge benetzt werden, die ausreicht, die saugfähigen Stapelfasern bis zur Sättigung zu tränken, wobei jedoch Hohlräume zwischen den dreidimensional angeordneten Stapelfasern offen bleiben.

5

15

20

25

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die dreidimensionale Wirrlage zumindest auf einer Seite mit einer glatten, homogenen, zweidimensionalen Lage aus nicht-volumisierten Fasern versehen wird.

5 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die dreidimensionale Wirrlage zumindest stellenweise zu einer homogenen, blasenfreien Verbundwerkstofflage komprimiert wird.

10. Faserverbundwerkstoff, bestehend aus einer Matrix (3) aus ausgehärtetem thermoplastischen Kunstharz und darin in dreidimensionaler Wirregung eingebetteten Stapelfasern (2), wobei der Werkstoff im offenen System hergestellt wurde.

15 11. Faserverbundwerkstoff nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Matrix (3) Hohlräume (7) enthält, welche für Gas wie Luft und/oder Flüssigkeiten durchlässig sind.

12. Faserverbundwerkstoff nach den Ansprüchen 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Matrix (3) geschnittene Stapelfasern (2) mit einer Länge von 0,5 bis 20 cm enthält.

20 13. Faserverbundwerkstoff nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Stapelfasern (2) auf der Basis von Glasfasern oder auf der Basis von Kunststofffasern wie Kohlenstofffasern hergestellt sind.

25 14. Faserverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die geschnittenen Stapelfasern (2) durch Einbettung von thermoplastischen Mikrohohlkugeln volumisiert sind.

15. Faserverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die dreidimensional angeordneten

Stapelfasern (2) mit einem härtbaren Kunststoffharz (z. B. ungesättigte Polyester, Epoxidharz, PU-Harz, Vinylesterharz, Phenolharz) in einer Menge benetzt sind, die ausreicht, die saugfähigen Stapelfaserbündel bis zur Sättigung zu tränken, wobei Hohlräume (7) zwischen den dreidimensional angeordneten Stapelfasern jedoch offen geblieben sind.

16. Faserverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die geschnittenen Stapelfasern (2) in Form einer Sandwich-Konstruktion angeordnet sind, bei welcher die erste Decklage (5) aus einer glatten, homogenen, zweidimensional angeordneten Lage aus nicht-volumisierten Fasern, die Kernlage (4) aus einer dreidimensional angeordneten Wirrlage von volumisierten Stapelfasern und die abschließende dritte Decklage (6) wiederum aus einer glatten, homogenen zweidimensional angeordneten Lage aus nicht-volumisierten Fasern besteht.

17. Faserverbundwerkstoff nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die geschnittenen Stapelfasern (2) in Teilbereichen durch Erzeugung von Druck zu einer homogenen, luftblasenfreien Verbundwerkstofflage komprimiert sind und andere Teilbereiche durch druckfreie Verarbeitung in der dreidimensionalen Wirrlage bestehen bleiben.

18. Bauelement umfassend einen Faserverbundwerkstoff mit den Merkmalen nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauelement ein Kotflügel, eine Stoßstange, ein Spoiler, ein Luftabweiser, eine Motorabdeckung für Elektromotoren, eine Deckluke, eine Stauklappe, eine Bodenplatte, ein Paneel, ein Kinderspielgerät wie Rutschbahn oder ein Gartengerät ist.

FIG.1

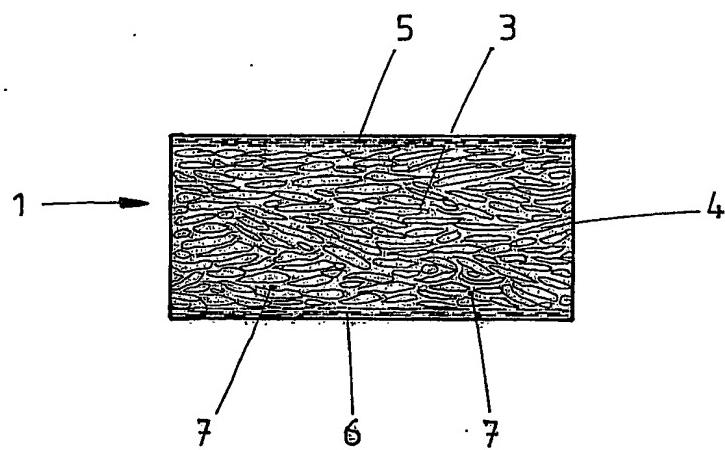
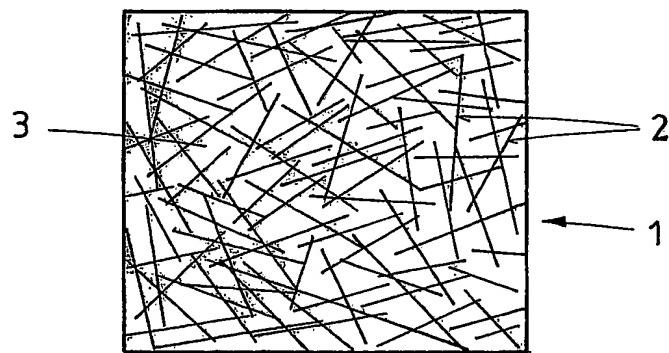


FIG.2